

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Off nl gungsschrift**  
⑪ **DE 3827414 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 38 27 414.0  
㉔ Anmeldetag: 12. 8. 88  
㉕ Offenlegungstag: 10. 8. 89

⑤1 Int. Cl. 4:  
**H03K 3/53**  
C 12 N 13/00  
C 12 M 1/00  
B 01 J 19/08  
// C12P 1/00

*Ständeneigentum*

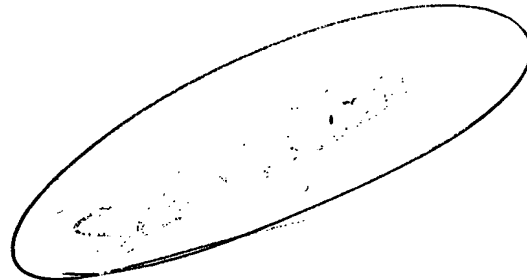
DE 3827414 A1

③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1  
01.02.88 DE 38 02 888.3

⑦1 Anmelder:  
Herfurth GmbH, 2000 Hamburg, DE

⑦4 Vertreter:  
Richter, J., Dipl.-Ing.; Gerbaulet, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 2000 Hamburg

⑦2 Erfinder:  
Knobbe, Karl Heinz, 2087 Ellerbek, DE



⑤4 Anordnung zum Behandeln und/oder Aufschließen von biologischen Zellstrukturen

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Behandeln und/oder Aufschließen von biologischen Zellstrukturen einer Substanz, die zwischen in mehreren Kammern angeordneten Elektroden-Paaren hindurchtransportiert wird, denen Impulse hoher elektrischer Leistung von einer entsprechenden Anzahl von Ladekondensatoren zugeführt werden. Die Taktfrequenz der Leistungs-Impulse ist wesentlich niedriger als die Netzfrequenz, und die Ladekondensatoren werden in entsprechendem Takt und mit bestimmter Phasenverschiebung über eine Lade-Induktivität aufgeladen durch Ladestrom-Impulse in Form einer halben Sinusschwingung mit einer Breite, die deutlich kleiner ist als  $1/n$  einer Periode der Taktfrequenz (f).

DE 3827414 A1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zum Behandeln und/oder Aufschließen von biologischen Zellstrukturen einer Substanz, die zwischen in mehreren (Anzahl  $n$ ) Kammern angeordneten Elektroden-Paaren hindurchtransportiert wird, welchen Elektroden-Paaren Impulse hoher elektrischer Leistung von je einem aufgeladenen Ladekondensator über je ein Last-Schaltelement in Entlade-Intervallen zugeführt werden, wobei die Lade- und die Entlade-Steuerung für die Ladekondensatoren mittels einer Steuereinrichtung erfolgt.

Eine Anordnung dieser Art wird beschrieben in der DE-OS 34 13 583.

Für die Elektroden werden Impulse hoher Spannung und großer Leistung benötigt. Die einfachste Art, solche Impulse zu erhalten, ist das Entladen eines geladenen Kondensators auf das die gespeicherte Leistung in Arbeit umsetzende Element mittels eines geeigneten Schalters.

Ein besonderes Anwendungsgebiet ist die Behandlung von Zellaufschwemmungen als Elektrolyt zwischen zwei Elektroden. Kommt es zu einem genügend großen Strom durch den Elektrolyten, werden die darin befindlichen Zellen zerstört und somit die Inhaltsstoffe freigesetzt. Wenn es sich dabei um tierische Zellen handelt, werden z.B. Fett, Eiweiß und Wasser freigesetzt, die danach mit einfachen Mitteln voneinander getrennt werden können. Gegenüber den herkömmlichen Verfahren hat dieses Verfahren den Vorteil, daß die Inhaltsstoffe keine Veränderung durch hohe Wärmeeinwirkung erfahren und somit als Rohstoffe einen erheblich höheren wirtschaftlichen Wert haben. Die üblicherweise erreichten Temperaturen bei der Pulsbehandlung liegen unter 60°C. Die üblichen Spannungen der Kondensatorladung betragen mehrere Kilovolt, beispielsweise 8 kV. Die bei der Entladung der Kondensatoren über die Elektroden und den Elektrolyten sich ergebenden Ströme haben die Größenordnung von mehreren 1000 A, beispielsweise 8 kA, was zu Leistungen zu Anfang eines solchen Impulses von umgerechnet 64 Megawatt führt.

Um solche Spannungen und Ströme sicher und wirtschaftlich beherrschen zu können, steht als optimales Schaltelement das Ignitron zur Verfügung, eine Quecksilbergefüllte evakuierte Schaltöhre, in der ein Lichtbogen zwischen der Anode und Quecksilberkathode die Stromleitung übernimmt. Wenn die Anode negativ wird, oder der Strom durch den Lichtbogen einen Grenzwert unterschreitet, sperrt die Röhre automatisch. Die Entionisierung des Lichtbogens erfolgt verzögert mit einigen hundert Mikrosekunden, so daß die Folgefrequenz von Entladungen nicht beliebig hoch sein kann. Die Zündung des Lichtbogens in dem Ignitron erfolgt durch die Erzeugung eines Initiallichtbogens an einer Zündstift (Ignator) genannten Hilfselektrode.

Für die Entladungen können auch Halbleiterelemente wie Thyristoren eingesetzt werden, die jedoch wegen des höheren Preises unwirtschaftlicher sind.

Wenn die Entladungen des den Leistungsimpuls liefernden Kondensators oder mehrerer solcher Kondensatoren im Takt der Netzfrequenz erfolgt, kann sich ergeben, daß eine oder mehrere einzelne Phasen des Netzes voll belastet werden, während andere Phasen unbelastet bleiben. So ergibt sich eine unsymmetrische Belastung des Wechselstromnetzes, die um so unangenehmer ist, weil es sich ja um hohe Impulsleistungen handelt.

Wenn die ganze erforderliche elektrische Leistung

einem Elektroden-Paar zugeführt wird, ist ein Entlade-Schaltelement für sehr hohen Strom erforderlich. Ein solches Element ist sehr teuer und weist ggf. ein beträchtliche Entionisierungszeit auf, die bei in kurzem Abstand, z.B. mit Netzfrequenz, folgenden Impulsen zu Schwierigkeiten führen kann. Die Stromflußzeit durch das Last-Schaltelement kann auch dadurch wesentlich, z.B. auf mehrere Millisekunden, verlängert werden, wenn die zu behandelnde Substanz einen höheren Widerstand aufweist und so die Energie aus dem Ladekondensator erst mit einer gewissen zeitlichen Verteilung abfließt. Gegebenenfalls besteht so die Gefahr, daß der Entlade-Stromkreis noch nicht vollständig unterbrochen ist, wenn die Wiederaufladung einsetzt.

Für den Aufladekreis eines Hochspannungs-Impulsgenerators für die elektrobiologische Anwendung ist es aus der DE-PS 12 33 958 bekannt, in den Ladekreis vom Gleichspannungsnetz her eine Drossel in Reihe mit einem Thyatron einzuschalten. Dadurch ergibt sich für den Aufladestrom ein sinuskuppenförmiger Stromverlauf, wobei der Ladekondensator auf die doppelte Speisespannung aufgeladen wird, ohne daß die Amplitude des Ladestromes unzulässig hohe Werte annimmt. Die Drossel ist hierbei ein sehr teures Bauelement, da sie für die volle Aufladeenergie bemessen sein muß.

Beim Anschließen des Speisekondensators über einen Gleichrichter an ein Wechselstromnetz können sich auf dem Netz Belastungsschwankungen ergeben, die z.B. in gleichzeitig angeschlossenen Lampen als Helligkeitsschwankungen sichtbar werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand die erwähnten Schwierigkeiten zu umgehen und eine zuverlässige Wirkung auch im Dauerbetrieb sicherzustellen.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß jedes Last-Schaltelement entsprechend einer Taktfrequenz, die wesentlich kleiner ist als die Frequenz des speisenden Wechselstrom-Netzes, elektronisch durch einen, von der Steuereinrichtung gelieferten Last-Steuerimpuls während eines Entlade-Intervalles zur Energiezufuhr an das zugeordnete, in einer Kammer angeordnete Elektroden-Paar stromleitend steuerbar ist und nach Ende des Stromflusses nicht-leitend wird, wobei aufeinander folgende Last-Steuerimpulse für Last-Schaltelemente verschiedener Lade-Kondensatoren entsprechend einem Bruchteil  $1/n$  ihrer Periode gegeneinander verschoben sind, und daß jeder Ladekondensator über je ein elektronisches Lade-Schaltelement mittels von der Steuereinrichtung gelieferter Last-Steuerimpulse in den Zeiten zwischen den Entlade-Intervallen zum Zuführen von Ladestrom-Impulsen an das eine Ende einer Lade-Induktivität angeschlossen wird, deren anderes Ende mit einem Speisekondensator verbunden ist, der über einen Brückengleichrichter aus dem Wechselstromnetz aufgeladen wird, wobei zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ladestrom-Impulsen für einen Ladekondensator den anderen Ladekondensatoren Ladestrom-Impulse zugeführt werden und die Ladestrom-Impulse einer halben Sinusschwingung entsprechen mit einer Breite, die deutlich kleiner ist als der  $n$ -te Bruchteil einer Periode der Taktfrequenz.

Jedes Last-Schaltelement braucht dann zu einem der Elektroden-Paare in der Anzahl  $n$  nur einen Teil ( $1/n$ ) der Gesamtleistung zu übertragen. Die Schaltelemente, z.B. Ignitrons, können also eine kleinere Belastungsfähigkeit aufweisen und liegen dementsprechend in Raumbedarf und Kosten wesentlich niedriger. Da die Taktfrequenz ( $f$ ) mit z.B. 20 Hz erheblich kleiner ist als

di Netzfrequenz, ist die Taktperiode ( $1/f$ ) entsprechend wesentlich größer, so daß längere Entionisierungszeiten für die Last-Schaltelemente und/oder eine Verlängerung des Entladevorganges zu den Elektroden-Paaren hin durch einen höheren Widerstand in die Substanz ohne Schwierigkeiten in Kauf genommen werden können. Entsprechend werden bei der Aufladung ebenfalls nur jeweils Teil-Leistungen übertragen, die durch die gebildete Resonanz zu einer Sinuskuppe verbreitert sind und einen entsprechend niedrigeren Spitzenstrom aufweisen, so daß auch Lade-Schaltelemente geringerer Belastung und Kosten verwendet werden können. Dabei ist nun eine Lade-Induktivität erforderlich, die gegenüber der DE-PS 12 33 958 erheblich kleiner sein kann, weil sie ja in einem Auflade-Zyklus um den  $n$ -ten Bruchteil der Gesamtleistung zu übertragen hat. Man erhält so eine Anzahl von  $n$  Auflade-Intervallen vom Speisekondensator und somit vom Netz her in einem Takt-Bereich der Entlade-Intervalle, also der Zeit zwischen der Leistungszufuhr zu einem Elektroden-Paar bis zur nächsten Leistungszufuhr an das gleiche Elektroden-Paar. Durch diese Vergrößerung der Zahl der Lade-Impulse ergibt sich so gegenüber dem Netz eine entsprechend der Anzahl  $n$  höhere Zahl von Belastungsstößen, aber von geringerer Stärke. Störungen auf dem Netz, z.B. Flackern von Lampen mit niedriger Frequenz, werden so in einfacher Weise vermieden.

Wenn nach einer Ausführungsform der Erfindung die Taktfrequenz von der Netzfrequenz in einem nicht-ganzzahligen Verhältnis abweicht, ergibt sich zusätzlich in Umlaufen der Belastungsstöße, so daß einseitige Netzbelastungen noch weiter vermieden sind.

Zweckmäßig ist der Speisekondensator wesentlich größer als ein Ladekondensator, so daß er eine gewisse Siebwirkung gegenüber der Stromentnahme für den Ladekondensator aufweist. Der Speisekondensator kann 5 bis 20 oder mehr mal, vorzugsweise etwa 10 mal, größer sein als der Ladekondensator.

Der Speisekondensator wird über einen Brückengleichrichter von aufeinanderfolgenden Halbwellen aus dem Wechselstromnetz bei einem 3-Phasen-Brückengleichrichter sechsmal in jeder Wechselstromperiode aufgeladen in dem Maße, indem vorher Energie entnommen wurde. Dadurch, daß nach der Erfindung die Ladefrequenz, gemäß der dem Speisekondensator Energie für einen Ladekondensator entnommen wird, von der Netzfrequenz deutlich abweicht und vorzugsweise geringer ist, verschieben sich die Belastungen des Ladekondensators im Laufe der Netzperioden. So werden immer wieder andere Halbwellen des Netzes ausgenutzt, und die Belastung wird laufend verschoben. Da der Ladekondensator nicht direkt, sondern über eine Lade-Induktivität und ein Lade-Schaltelement an den Speisekondensator angeschlossen wird, wird der Ladevorgang über ein größeres Intervall ausgedehnt, und die Induktivität wird als Ladestrom begrenzendes Element wirksam. Der aufgeladene Ladekondensator wird dann im Takte einer Lastfrequenz über ein Last-Schaltelement an die Lastimpedanz angeschlossen. Diese Entladung kann momentan mit maximaler Stromstärke und Leistung erfolgen, da sie ja vom Wechselstromnetz ganz abgekoppelt ist. Dadurch, daß die Lade-Induktivität mit dem Speisekondensator und dem Ladekondensator einen Resonanzkreis bildet, wird außerdem eine Verdopplung der vom Speisekondensator gelieferten Spannung zum Ladekondensator hin erreicht. Die Lastimpedanz kann im übrigen weitgehend unabhängig vom Netz und vom Ladevorgang durch ein Last-Schaltelement zu einem gewünschten exakt definierten Zeitpunkt angeschlossen werden.

ment zu einem gewünschten exakt definierten Zeitpunkt angeschlossen werden.

Als Lade-Schaltelement kann ein Thyristor dienen. Man kann aber auch einen Transistor verwenden, durch den gewünschtenfalls der Ladestrom auch wieder gesperrt werden kann.

Zweckmäßig ist der die Lade-Induktivität, den Lastkondensator und den Speisekondensator enthaltende Resonanzkreis abgestimmt auf eine gegenüber der halben Ladefrequenz höhere Resonanzfrequenz. So wird erreicht, daß die Ladung nach Art einer Sinushalbwellen innerhalb des Zeitintervalles zwischen zwei Lade-Zeitschaltpunkten verläuft.

Das Lade-Schaltelement führt zweckmäßig Strom nur in einer Richtung. Dann wird der Strom durch die Lade-Induktivität selbsttätig beendet, sobald dieser Strom auf Null zurückgeschwungen ist. Das Lade-Schaltelement kann zweckmäßig ein Thyristor oder ein Transistor sein, wobei letzterer auch vom Steuergerät auf Sperrung gesteuert werden kann.

Die Steuerung wird zweckmäßig so gewählt, daß bei mehreren Ladekondensatoren die Entladung eines Ladekondensators zur Lastimpedanz hin erst dann erfolgt, wenn das zugehörige Lade-Schaltelement zuverlässig gesperrt ist. Solche Lade-Schaltelemente, z.B. Thyristoren, haben manchmal die Eigenschaft, daß sie kurz nach dem Augenblick, in dem die anliegende Spannung zu Null wird, immer noch leitfähig sein können und so gegebenenfalls wieder stromführend werden, wenn die Entladung des Ladekondensators einsetzt. Dieser Zeitraum der Rück-Leitfähigkeit wird somit zweckmäßig berücksichtigt.

Es kann zweckmäßig sein, daß der Stromfluß durch das Lade-Schaltelement beendet wird, wenn die Spannung auf dem Ladekondensator einen Sollwert erreicht hat. So kann sichergestellt werden, daß die Spannung am Ladekondensator, unabhängig von etwaigen Schwankungen der Speisekondensator-Spannung od.dgl., konstant gehalten wird und somit am Anfang des Last-Impulses einen definierten Wert aufweist. Bei Beendigung des Ladevorganges ist in der Regel in der Lade-Induktivität noch Energie vorhanden, die zweckmäßig an den Speisekondensator zurückgeleitet wird. Dies läßt sich beispielsweise dadurch erreichen, daß mit der Lade-Induktivität eine Wicklung mit geeignetem Übersetzungsverhältnis gekoppelt ist, die nach dem Unterbrechen des Auflade-Vorganges durch Sperren des Lade-Schaltelementes die Rest-Energie aus der Lade-Induktivität über eine Gleichrichterstrecke dem Speisekondensator zuführt.

Die Elektroden-Paare werden zweckmäßig in den Intervallen zwischen den Lade-Impulsen an den Lastkondensator angeschlossen, so daß eine Beeinflussung von Lade- und Entladevorgang vermieden wird.

Als Last-Schaltelement kann ein Ignitron oder ein Thyristor dienen.

Zweckmäßig ist die Lade-Frequenz, mit der ein Ladekondensator an die Lade-Induktivität angeschlossen wird, gleich der Taktfrequenz der Betätigung des zugeordnet  $n$  Last-Schaltelementes, gegenüber dieser jedoch um einen festen Winkel von z.B.  $80^\circ$  bis  $150^\circ$ , vorzugsweise  $120^\circ$ , verschoben. Dadurch ist sichergestellt, daß die Last-Impulse immer zwischen den Lade-Impulsen auftreten und sich nicht überdecken.

Nach einer zweckmäßigen Ausbildung der Erfindung sind die Elektroden-Paare  $s$  angeordnet, daß der Transport der Substanz in jeder Kammer, in Transport-Richtung gesehen, unter einem gegenüber der vorange-

henden Kammer wesentlich abweichenden Winkel erfolgt. Die Substanz wird somit von dem elektrischen Entlade-Strom jeweils in einer anderen Richtung durchgesetzt. Dadurch kann sichergestellt werden, daß sich nicht etwa "tote Zonen" bilden, in denen der Strom die Substanz nicht erreicht, sondern es wird sichergestellt, daß die Substanz homogen vom Strom behandelt wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert.

Sie zeigt eine Anordnung nach der Erfindung, bei der ein Transformator 30 an die Klemmen R, S, T eines Drehstromnetzes angeschlossen ist und die Sekundärwicklungen über einen aus sechs Gleichrichtern bestehenden Brückengleichrichter 31 einen Speisekondensator 32 aufladen. Bei einer Netzfrequenz von 50 Hz erhält der Speisekondensator 32 in einer Netzperiode sechs Aufladungen im Abstand von 3,33 ms. Der Speisekondensator 32 ist mit seinem negativen linken Pol an Erde angeschlossen; sein positiver Pol ist mit dem einen Ende einer Lade-Induktivität 33 verbunden.

Die Anordnung liefert hohe elektrische Leistung zum Behandeln und/oder Aufschließen von biologischen Zellstrukturen einer Substanz. Diese Substanz 86 wird durch eine rohrförmige Leitung 81 transportiert, in deren Zug nacheinander vier, in ihrem Querschnitt beispielsweise quadratische, Kammern 82, 83, 84 und 85 angeordnet sind. In diesen Kammern sind Elektroden-Platten-Paare 35, 35a; 36, 36a; 37, 37a; 38, 38a angeordnet, zwischen denen die Substanz 86 hindurchgeleitet wird, die dem Rohr 81 links zugeführt und rechts entnommen wird. Von den Platten-Paaren ist die eine, mit der Anfügung a bezeichnete Platte mit Erde verbunden. Die Platten-Paare bilden Lastimpedanzen, denen elektrische Energie hoher Leistung zugeführt wird über Last-Schaltelemente 40, 41, 42 bzw. 43 in Gestalt je eines Ignitrons. Der einer Elektrode 35, 36, 37 bzw. 38 zugeführte Strom fließt von der einen Platte durch die in der betreffenden Kammer befindliche Substanz hindurch zur geerdeten anderen Elektroden-Platte. Diese Elektroden-Platten sind so angeordnet, daß sie in der Kammer 82 und 84 senkrecht zur Zeichenebene, in den Kammern 83 und 85 dagegen parallel zur Zeichenebene stehen. Dabei ist in der Kammer 82 die auf der Zeichnung unten dargestellte und die in der Kammer 84 die in der Zeichnung oben dargestellte Platte geerdet, während in der Kammer 83 die parallel zur Zeichenebene darunterliegende und in der Kammer 85 die in der Zeichenebene darüberliegende Elektrodenplatte an Erde liegt. Dadurch wird erreicht, daß der von dem zugehörigen Last-Schaltelement 40, 41, 42 bzw. 43 zugeführte Strom unter um etwa 90° versetzten Winkeln die Substanz durchfließt, so daß auf 360° bei vier Kammern der Strom unter einem jeweils um einen viertel Kreis gedrehten Winkel hindurchfließt.

Die Energie zu den Elektroden 35 bis 38 stammt von Ladekondensatoren 44, 45, 46 bzw. 47. Diese werden, wie noch näher beschrieben werden wird, vom Speisekondensator 32 von 300 Mikrofarad, der über den Gleichrichter 31 auf 4 kV aufgeladen wird, über die Lade-Induktivität 33 und das zugeordnete Lade-Schaltelement 48, 49, 50 bzw. 51 auf ca. 8 kV aufgeladen. Jeder Ladekondensator 44, 45, 46 bzw. 47 hat dabei eine Größe von 30 Mikr. farad. Die Energie von einem Ladekondensator wird dann über das zugeordnete Last-Schaltelement 40, 41, 42 bzw. 43 dem angeschlossenen Elektroden-Paar und damit der Substanz 86 zugeführt, wenn von der Steuerungseinrichtung 52 über die betreffende Leitung 54, 55, 56 bzw. 57 ein Last-Steuerimpuls zugeführt

wird, der das Entlade-Intervall vom Ladekondensator zu dem, eine Lastimpedanz bildenden Elektroden-Paar einleitet.

Für die Aufladung der Ladekondensatoren 44, 45, 46 und 47 werden den Lade-Schaltelementen 48 bis 51 über Steuerleitungen 58, 59, 60, 61 Lade-Steuerimpulse zugeführt, die die betreffenden Lade-Schaltelemente stromleitend steuern. Diese können Thyratrons oder Thyristoren sein, welche Schaltelemente beim Steuerimpuls stromleitend werden und nach Ende des Stromflusses wieder in den nicht-leitenden Zustand übergehen. Der Ladevorgang sei bei dem Ladekondensator 44 erläutert. Dieser sei zunächst ganz oder weitgehend entladen. Wird dann durch einen Lade-Steuerimpuls von der Leitung 58 das Lade-Steuerelement 48 stromdurchlässig gesteuert, so wird an das eine Ende der Lade-Induktivität 33 eine niedrige Spannung vom Ladekondensator 44 angelegt. Da das andere Ende der Lade-Induktivität 33 am Pluspol des Speisekondensators 32 und somit auf 4 kV liegt, beginnt ein Strom durch die Lade-Induktivität 33 zu fließen. Die Lade-Induktivität 33, der Speisekondensator 32 und der Ladekondensator 44 bilden zusammen einen Resonanzkreis, dessen Frequenz im wesentlichen durch die Induktivität 33 von 55 mH und durch die Kapazität des Ladekondensators 44 bedingt ist, der mit 30 Mikrofarad klein ist gegenüber dem Speisekondensator 32 von 300 Mikrofarad. Der Strom durch die Induktivität 33 steigt somit, etwa entsprechend der Resonanzfrequenz von Lade-Induktivität und Ladekondensator von etwa 125 Hz, sinusförmig an, und die Spannung am Kondensator 44 erhöht sich nach einer Cosinusform, wobei die Breite der so gebildeten Halbwelle etwa 4 ms beträgt.

Wenn die Spannung am Ladekondensator 44 und damit am Ausgang der Lade-Induktivität 33 gleich ist der Spannung am Speisekondensator 32, tritt der maximale Ladestrom auf und der Scheitel der Sinushalbwelle ist erreicht. Anschließend nimmt der Strom entsprechend dem Sinusverlauf ab, während die Spannung am Ladekondensator 44 bis annähernd auf den doppelten Wert der Speisespannung am Kondensator 32 ansteigt.

Wenn dann der Strom durch die Induktivität 33 den Nullwert erreicht hat, führt auch das Lade-Schaltelement 48 keinen Strom mehr. Dann ist zwar die Spannung am Ladekondensator 44 sehr hoch, aber ein Strom zurück vom Ladekondensator 44 zum Speisekondensator 32 kann nicht fließen, weil das Lade-Schaltelement 48 in dieser Richtung nichtleitend ist.

Am Kondensator 44 bleibt somit die gewünschte Ladespannung stehen. Da diese Spannung höher ist als die Spannung am Speisekondensator 32 und das Lade-Schaltelement 48, auch wenn es durch einen Steuerimpuls von der Steuerungseinrichtung 52 über die Leitung 58 geöffnet würde, keinen Strom vom Ladekondensator 44 zum Speisekondensator 32 führen kann, ändert sich an dem Ladezustand des Kondensators 44 auch dann nichts, wenn etwa das Lade-Schaltelement 48 einen Steuerimpuls erhält, ohne daß vorher die Ladung des Kondensators 44 zur Lastimpedanz hin abgeführt ist.

Wenn nach dieser Ladung die Steuerungseinrichtung 52 über die Leitung 54 einen Steuerimpuls an das Last-Schaltelement 40 gibt, so wird die Spannung des Ladekondensators 44 an die durch die Elektroden 35, 35a mit der dazwischen befindlichen Substanz 86 gebildete Belastungsimpedanz gelegt, und der gewünschte, vorzugsweise starke, Strom fließt. Da die Spannung des Ladekondensators 44 dabei abnimmt, wird auch der durch das Last-Schaltelement fließende Strom kleiner, bis

schließlich bei Null oder jedenfalls unterhalb eines niedrigen Grenzwertes das Last-Schaltelement 40 nicht-leitend wird.

Entsprechend verlaufen Aufladung und Entladung der Ladekondensatoren 45, 46 und 47.

Mit Hilfe der Steuereinheit 52 wird dafür gesorgt, daß die Aufladung und die Entladung der verschiedenen Ladekondensatoren in einer festgelegten Folge vorgenommen wird.

Für die Steuerung der einzelnen Impulsfolgen ist die Steuereinheit 52 mit einem Impuls-Generator 53 verbunden, der Impulse mit einer Grundfrequenz von 20 Hz bzw. einer Periode von 50 ms liefert. Diese Impulse werden innerhalb der Steuereinheit 52 Phasenschiebern 91 bis 98 zugeführt, an deren Ausgänge Impulsstufen 101 bis 108 angeschlossen sind. Die Phasenschieber 92, 94, 96 und 98, die Verzögerungsglieder od.dgl. enthalten können, sind so ausgebildet, daß die angeschlossenen Impulsstufen 102, 104, 106, 108 Impulse liefern, die im Abstand von  $90^\circ$  eines Umlaufes der Taktfrequenz  $f$  vom Taktgenerator 53 auftreten; ihr Zeit-Abstand beträgt somit etwa 12,5 ms. Die so erhaltenen Steuerimpulse werden den Last-Schaltelementen 40, 41, 42 bzw. 43 zyklisch nacheinander zugeführt, so daß auch die Kammern 82 bis 85 nacheinander Strom führen. Das gilt auch, wenn die Zahl der Kammern  $n$  einen anderen Wert hat, z.B. 3 oder 5 oder 6: Die aufeinanderfolgenden Last-Steuerimpulse sind jeweils um einen Bruchteil  $1/n$  ihrer Periode gegeneinander verschoben. Dabei ist es nicht erforderlich, daß die Folge der Lastimpulse auch der räumlichen Anordnung der Kammern 82 bis 85 entspricht.

Die Ladekondensatoren 44 bis 47 werden nach jeder Entladung in dem durch die Taktfrequenz  $f$  vom Taktgenerator 53 gegebenen Intervall von 50 ms wieder aufgeladen. Es muß sichergestellt sein, daß nicht während des Ladevorganges die Entladung über das Last-Schaltelement einsetzt. Es ist daher zweckmäßig, daß die Ladestrom-Impulse eines Lastkondensators um etwa eine halbe Periode der Taktfrequenz  $f$  verschoben sind gegenüber dem letzten Entlade-Intervall dieses Kondensators. Die erforderliche Phasenverschiebung der Lade-Steuerimpulse wird vorgenommen durch die Verzögerungsstufen 91, 93, 95 bzw. 97, die mittels der Impulsstufe 101, 103, 105 bzw. 107 über die Steuerleitungen 58, 59, 60 bzw. 61 die erforderlichen Lade-Steuerimpulse an die Last-Schaltelemente 48 bis 51 abgeben. Durch die Ladestrom-Impulse werden über die Lade-Induktivität 33 dem Speisekondensator 32 beträchtliche Strommengen entnommen. Vom Brückengleichrichter 31 her erfolgt jedoch über die in Abständen von 3,33 ms auftretenden Spannungskuppen eine Nachladung. Damit an jedem Ladekondensator in jedem Lade-Intervall die gleiche Ladespannung und damit Energiemenge auftritt, kann es zweckmäßig sein, die Steuerung von der Steuereinheit 52 zu den Lade-Schaltelementen 38 bis 51 so vorzunehmen, daß die Ladestrom-Impulse stets in einer festen Phasenbeziehung zu den Lade-Intervallen des Speisekondensators 32 auftreten. Von den Sekundärwicklungen des Transformators 30 wird daher eine Steuerstufe 111 gespeist, die an ihrem Ausgang 112 Impulse abgibt, die in einer festen Beziehung zu den erwähnten Lade-Impulsen des Speisekondensators 32 stehen. Diese Impulse vom Ausgang 112 werden Eingängen der Impulsstufen 101, 103, 105 und 107 zugeführt, derart, daß die gewünschte Phasenbeziehung für die Lade-Steuerimpulse über die Leitungen 58, 59, 60 bzw. 61 erhalten wird.

Über Spannungsteiler 62, 63; 64, 65; 66, 67; und 68, 69 wird von den Ladekondensatoren 44, 45, 46 bzw. 47 eine Prüfspannung abgenommen und über Leitungen 70, 71, 72 bzw. 73 der Steuereinheit 52 zugeführt. So ist in der Steuereinheit immer bekannt, welche Ladespannung ansteht und ob ein Nachladung oder eine Begrenzung der Ladespannung od. dgl. vorgenommen werden muß. Von einem weiteren Spannungsteiler 74, 75, der vom Ausgang der Lade-Induktivität 33 gegenüber dem gemeinsamen Leiter (Erde) 39 eingeschaltet ist, wird über eine Leitung 76 ein weiteres Prüfsignal der Steuereinheit 52 zugeführt. Mit diesem Prüfsignal kann in der Steuereinheit 52 mit nicht näher dargestellten Vergleichs- und Schaltungsstufen festgestellt werden, welche Spannung am Ausgang der Lade-Induktivität 33 vorliegt, so daß nicht etwa irrigerweise der nächste Ladeschalter geöffnet wird, bevor der Ladevorgang an dem zyklisch vorangehenden Kondensator beendet ist. So enthält die Steuereinheit 52 auch Überwachungsschaltungen und trägt selbst zu einer sicheren Funktion der gesamten Schaltungsanordnung bei. Vom Impulsgenerator 53 her und gegebenenfalls innerhalb der Überwachungsschaltung 52 werden die erforderlichen Phasenverschiebungen zwischen den einzelnen der vier Laststrecken und den zugehörigen Ladestromkreisen überwacht und sichergestellt.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zum Behandeln und/oder Aufschließen von biologischen Zellstrukturen einer Substanz, die zwischen in mehreren (Anzahl  $n$ ) Kammern angeordneten Elektroden-Paaren hindurchtransportiert wird, welchen Elektroden-Paaren Impulse hoher elektrischer Leistung von je einem aufgeladenen Ladekondensator über je ein Last-Schaltelement in Entlade-Intervallen zugeführt werden, wobei die Lade- und die Entlade-Steuerung für die Ladekondensatoren mittels einer Steuereinrichtung erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Last-Schaltelement (40–43) entsprechend einer Taktfrequenz ( $f$ ), die wesentlich kleiner ist als die Frequenz des speisenden Wechselstromnetzes ( $R, S, T$ ), elektronisch durch einen, von der Steuereinrichtung (52) gelieferten Last-Steuerimpuls während eines Entlade-Intervalles zur Energiezufuhr an das zugeordnete, in einer Kammer (82; 83; 84; 85) angeordnete Elektroden-Paar (35; 35a; 36; 36a; 37; 37a; 38; 38a) stromleitend steuerbar ist und nach Ende des Stromflusses nichtleitend wird, wobei aufeinanderfolgende Last-Steuerimpulse für Last-Schaltelemente (40–43) verschiedener Ladekondensatoren (44–47) entsprechend einem Bruchteil  $1/n$  ihrer Periode ( $1/f$ ) gegeneinander verschoben sind, und daß jeder Ladekondensator (44–47) über je ein elektronisches Lade-Schaltelement (48–51) mittels von der Steuereinrichtung (52) gelieferter Lade-Steuerimpulse in den Zeiten zwischen den Entlade-Intervallen zum Zuführen von Ladestrom-Impulsen an das eine Ende einer Lade-Induktivität (33) angeschlossen wird, deren anderes Ende mit einem Speisekondensator (32) verbunden ist, der über einen Brückengleichrichter (31) aus dem Wechselstromnetz aufgeladen wird, wobei zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ladestrom-Impulsen für einen Ladekondensator (44; 45; 46; 47)

- den anderen Ladekondensatoren Ladestrom-Impulse zugeführt werden und die Ladestrom-Impulse einer halben Sinusschwingung entsprechen mit einer Breite, die deutlich kleiner ist als der  $n$ -te Bruchteil einer Periode der Taktfrequenz ( $f$ ). 5
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladestrom-Impulse zeitlich etwa in der Mitte zwischen zwei aufeinanderfolgenden Entlade-Intervallen liegen.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Ladestrom-Impuls eines Ladekondensators (44–47) um etwa eine halbe Periode der Taktfrequenz ( $f$ ) verschoben ist gegenüber dem letzten Entlade-Intervall.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden-Paare (35, 35a–38, 38a) so angeordnet sind, daß der Transport der Substanz (86) in jeder Kammer (82–85) unter einem, gegenüber der vorangehenden Kammer wesentlich abweichenden Winkel erfolgt. 10
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Winkel etwa  $360^\circ/n$  beträgt.
6. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Speisekondensator (32) wesentlich größer ist als ein Ladekondensator (44–47). 15
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Speisekondensator (32) 5 bis 20 oder mehr mal, vorzugsweise etwa 10 mal, größer ist als ein Ladekondensator (44–47). 20
8. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der die Lade-Induktivität (33), den Ladekondensator (44, 45, 46 bzw. 47) und den Speisekondensator (32) enthaltende Resonanzkreis abgestimmt ist auf eine Resonanzfrequenz, die höher ist als die halbe Frequenz ( $f$ ) der die Lade-Induktivität (33) durchfließenden Ladestrom-Impulse. 25
9. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ladeschaltelement (48–51) ein Thyristor ist.
10. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ladeschaltelement (48–51) ein Transistor ist. 30
11. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladung eines Ladekondensators (44–47) erst erfolgt, wenn das zugehörige Lade-Schaltelement (48–51) zuverlässig gesperrt ist. 35
12. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladung eines nächsten Ladekondensators (44–47) erst erfolgt, wenn die Ladung des zugehörigen Ladekondensators durch Sperrung des zugehörigen Ladeschaltelementes (48, 49, 50 bzw. 51) beendet ist. 40
13. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromfluß durch das Lade-Schaltelement (48–51) beendet wird, wenn die Spannung auf dem Ladekondensator (44–47) seinen Sollwert erreicht hat. 45
14. Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die bei Beendigung des Ladevorganges in der Lade-Induktivität (33) noch vorhandene Energie an den Speisekondensator (32) zurückgeleitet wird. 50
15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Energie von einer mit der Lade-

Induktivität gekoppelten Wicklung über eine Gleichrichterstrecke dem Speisekondensator zugeführt wird.

16. Anordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Last-Schaltelement (40–43) ein Ignitron oder ein Thyristor eingeschaltet ist.

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



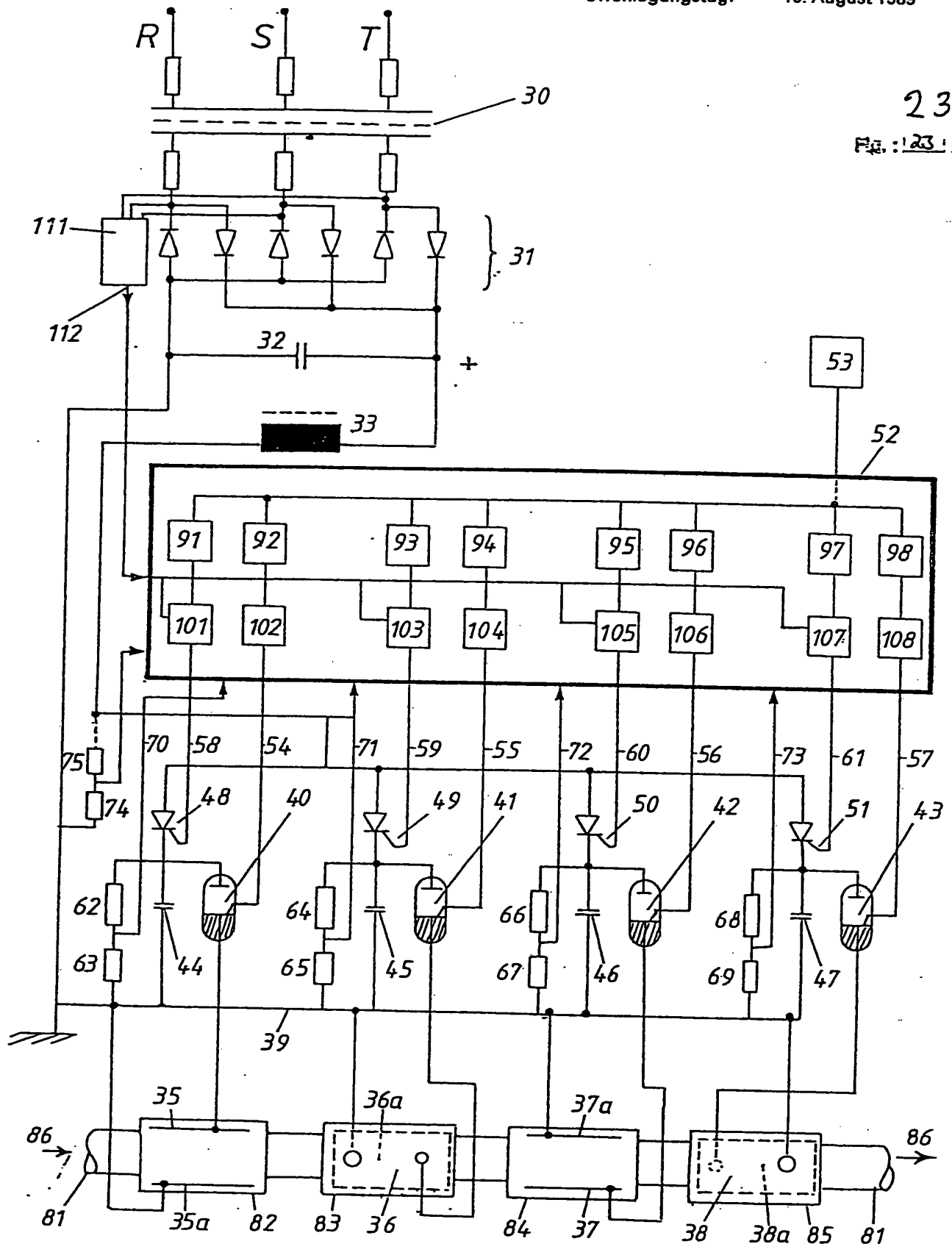
3827414

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

38 27 414  
H 03 K 3/53  
12. August 1988  
10. August 1989

23\*

Fig. 1



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

